



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 28 394 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
A 62 D 3/00
C 23 G 5/06
A 61 K 7/48
B 01 F 17/08

②1 Aktenzeichen: 195 28 394.5
②2 Anmeldetag: 2. 8. 95
④3 Offenlegungstag: 15. 2. 96

DE 195 28 394 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
13.08.94 DE 44 28 793.3 14.06.95 DE 195216792

⑦1 Anmelder:
Blücher, Hasso von, 40699 Erkrath, DE; Ruiter, Ernest
de, Dr., 51381 Leverkusen, DE

⑦4 Vertreter:
Eggert, H., Dipl.-Chem. Dr., Pat.-Anw., 50935 Köln

⑦2 Erfinder:
Medema, Jan, Dr., Benthuisen, NL

⑤4 Verfahren zur Dekontaminierung von mit chemischen Kampfstoffen kontaminierter Haut oder Materialien

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Dekontaminierung von an der Haut haftenden oder oberflächlich in die Haut eingedrungenen chemischen Kampfstoffen oder damit kontaminierten Materialien mit einer Mikroemulsion, die ein C₈-C₁₄-Alkan, ein anionisches Tensid, einen aliphatischen C₃-C₁₀-Alkohol und Wasser enthält und der gegebenenfalls noch Netzmittel und/oder Frostschutzkomponenten wie Frostschutzmittel, NaCl bzw. CaCl₂ zugesetzt sind.

DE 195 28 394 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 95 508 067/659

8/31

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung einer Mikroemulsion zur Dekontaminierung von an der Haut haftenden oder oberflächlich in die Haut eingedrungenen chemischen Kampfstoffen oder damit kontaminierten Materialien.

Mit der Einführung von chemischen Kampfstoffen entstand gleichzeitig das Bedürfnis nach einem Schutz, aber auch nach einer Möglichkeit, sowohl kontaminierte Personen als auch kontaminierte Materialien und Gegenstände zu dekontaminieren, d. h., anhaftende Kampfstoffe zu abzuwaschen oder zu zerstören. Zu dekontaminierende Gegenstände reichen von der Schutzmaske bis hin zum Flugzeug. Grundsätzlich ist zwischen chemischen Methoden, die hauptsächlich auf Oxidation oder Hydrolyse basieren, und physikalischen Methoden, bei denen z. B. eine Seife, Wasser und Lösemittel verwendet werden, zu unterscheiden. Die Dekontamination von permeablen Schutzanzügen beispielsweise, die immer Aktivkohle enthalten, erfordert darüber hinaus relativ hohe Temperaturen, um die Kampfstoffe von der Kohle zu desorbieren.

Die an ein Dekontaminationsverfahren gestellten Anforderungen können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Die behandelten Objekte sollen keinen Schaden erleiden.
2. Das Dekontaminationsmittel soll umweltfreundlich und für den Menschen nicht giftig sein.
3. Die eingesetzten Produkte sollen einzeln und in der angewandten Mischung nicht leicht entflammbar sein.
4. Die Anwendung soll unter allen erdenklichen Umständen durchführbar sein, auch was die Temperatur betrifft (−20°C bis 55°C).
5. Die Einzelkomponenten sollen eine hohe Lagerstabilität aufweisen, und die gebrauchsbereite Mischung soll eine gute Stabilität zeigen.
6. Die logistischen Probleme sollen so klein wie möglich sein.
7. Die eingesetzten Produkte sollen kommerziell erhältlich und kostengünstig sein.

Diese Forderungen sind bei den heute im NATO-Bereich verwendeten Mitteln wie z. B. der sogenannten C8-Emulsion, die auf Chlorkalk bzw. Calciumhypochlorit beruhen, z. T. nur Wünsche. Obschon bei diesen Verfahren die Kampfstoffe zerstört werden, die Anwendung relativ einfach ist und die Produkte preiswert sind, sind oxidative Dekontaminationsverfahren sehr korrosiv; sie können deshalb beispielsweise bei Flugzeugen, empfindlichen Geräten (z. B. Funkgeräten), Innenräumen von Kraftfahrzeugen usw. nicht angewandt werden, sie lösen frische Alkydharz-Anstriche leicht ab, wirken nicht immer ausreichend gegen tiefer eingedrungene Gifte, und die verwendeten Chemikalien sind weder umweltfreundlich noch leicht zu lagern.

Die besagte C8-Emulsion hat folgende Zusammensetzung:

7,5% Calciumhypochlorit
15% Perchlorthylen oder Tetrachlorkohlenstoff
1% Emulgator
76,5% Wasser

In den USA und vielen westlichen Ländern wird darüber hinaus beispielsweise die nicht mit Wasser verdünnbare DS2-Lösung verwendet, die aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung (2% konz. Natronlauge, 70% Diethylentriamin und 28% Ethylenglykolmonomethylester) als extrem aggressiv, aber auch als feuergefährlich einzustufen ist.

Es ist Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Dekontaminierungsverfahren bereitzustellen, dem zufolge das verwendete Dekontaminierungsmittel die Nachteile dieser recht aggressiven, korrosiven Lösungen oder Emulsionen vermeidet.

Die vorliegende Erfindung liefert ein Verfahren zur Dekontaminierung von an der Haut haftenden oder oberflächlich in die Haut eingedrungenen chemischen Kampfstoffen oder damit kontaminierten Materialien, wobei nach dem erfindungsgemäßen Verfahren eine hypochloritfreie Mikroemulsion verwendet wird, die die Kampfstoffe extrahiert bzw. ablöst, was also einen physikalischen Vorgang darstellt. Die Kampfstoffe werden in großer Verdünnung abgewaschen und — auch ohne gezielte chemische Zerstörung — nach einiger Zeit durch Hydrolyse, sei es im Boden, sei es in Auffangbehältern, abgebaut. In diesen Behältern kann selbstverständlich auch eine chemische Zerstörung oder Vernichtung der Kampfstoffe z. B. mit Chlorkalk vorgenommen werden.

Emulsionen liegen dann vor, wenn eine ölige Phase in einer wäßrigen Phase dispergiert wird oder umgekehrt. Dabei haben die Tröpfchen meist Durchmesser von 1—10 µm. Emulsionen besitzen eine freie Energie, die zur Fläche zwischen den Phasen proportional ist. Je feiner die Emulsion, desto größer die freie Energie. Man braucht also Energie (Rühren, Schütteln), um eine Emulsion herzustellen. Deshalb sind Emulsionen nicht thermodynamisch stabil; sie tendieren zu immer größeren Emulsionen, weil sich dabei die Interphasenfläche reduziert. Das Anwachsen der Tröpfchen geschieht durch Zusammenfließen oder Massentransport. Dieses Zusammenfließen der Tröpfchen läßt sich durch Beigabe von Emulgatoren oder Stabilisatoren verhindern. Diese sind zugleich oleo- und hydrophil und ummanteln die Tröpfchen mit einer schützenden Haut. Im Gegensatz zu klassischen Emulsionen sind Mikroemulsionen nur leicht trübe, was die Folge der viel kleineren Tröpfchen ist (60—200 Å). Der wichtigste Unterschied ist aber, daß sie thermodynamisch stabil sind und ihre Herstellung keine zusätzliche Energie (z. B. Rühren) benötigt. Ihre Eigenschaften sind unabhängig vom Herstellungsverfahren. Üblicherweise werden dazu beispielsweise ionische Netzmittel wie z. B. Seifen zusammen mit nichtionischen "Cosurfactants" benötigt, die meist ein höherer Alkohol sind.

Die erfindungsgemäß verwendete Mikroemulsion enthält ein C₈—C₁₄-Alkan als ölige Phase (z. B. n-Dodekan),

ein anionisches Tensid als Emulgator (z. B. das Alkalisalz einer Fettsäure oder eines sulfonierten Kohlenwasserstoffs wie beispielsweise Natriumlaurylsulfat SDS), einen aliphatischen C_3-C_{10} -Alkohol als Coemulgator (auch Cotensid oder "Cosurfactant" genannt, z. B. 1-Hexanol), und viel Wasser. Alle Bestandteile sind biologisch gut abbaubar und entsprechen den heutigen Vorstellungen hinsichtlich Umweltschutz. Ein Nachspülen mit Wasser ist zwar wünschenswert, aber keinesfalls notwendig.

Die erfindungsgemäß verwendete Mikroemulsion hat die folgende Zusammensetzung, wobei sich die Prozentangaben auf die Gesamtmasse der Mikroemulsion beziehen:

0,1 – 3,5% C_8-C_{14} -Alkan
0,5 – 4,0% anionisches Tensid
0,5 – 7,0% aliphatischer C_3-C_{10} -Alkohol
Rest Wasser

Gegebenenfalls kann der Mikroemulsion 0,1 bis 6,0% eines oder mehrerer Netzmittel zugesetzt werden. Als Netzmittel wird z. B. FSO-100 (DuPont), ein typisches Netzmittel aus der sogenannten Zonyl-Familie, verwendet. Ein weiteres Netzmittel, das verwendet werden kann, ist beispielsweise TX-100, das ein ionogenes Netzmittel darstellt und die Verwendung von salzhaltigem Wasser wie z. B. Meerwasser ermöglicht, da es die Mikroemulsion gegen Salzwasser unempfindlich macht bzw. stabilisiert; TX-100, die Abkürzung für Triton® X-100, ist Polyethylenglykol-mono-[p-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)-phenyl]-ether, auch t-Octylphenoxypolyethoxyethanol genannt, und wird z. B. von der Firma MERCK vertrieben. Vorzugsweise wird bei einem NaCl-Gehalt von 3,5% (z. B. Meerwasser) 4% TX-100 zu der Lösung hinzugegeben.

Zur Erhöhung der Frostbeständigkeit kann der Mikroemulsion auch zusätzlich noch ein Frostschutzmittel und/oder NaCl bzw. $CaCl_2$ zugesetzt werden. Unter Frostschutzmittel werden alle handelsüblichen Frost- bzw. Gefrierschutzmittel verstanden, z. B. solche auf Basis von Glykolen, wie beispielsweise Ethylenglykol oder Propylenglykol, Glycerin, 2-Propanol usw.

Bevorzugte Komponenten für die Mikroemulsion sind n-Dodekan als ölige Phase, das Alkalisalz einer Fettsäure oder eines sulfonierten Kohlenwasserstoffs wie z. B. Natriumlaurylsulfat (SDS) als Emulgator, 1-Hexanol als Coemulgator und FSO-100 (DuPont) als Netzmittel.

Die im folgenden Text angegebenen Richtrezepturen für die Mikroemulsion zeigen auf, welche Zusammensetzungen für die meisten Fälle als optimal betrachtet werden. Dabei haben nicht nur die Absolutmengen einen Einfluß, sondern auch das Verhältnis der Komponenten zueinander. Diese Richtrezepturen sind deshalb nicht als Einschränkung zu betrachten, denn der Fachmann, wenn er einmal die Lehre der vorliegenden Erfindung erfaßt hat, kann jede Komponente in bestimmten Grenzen variieren, um in besonderen Fällen eventuell noch bessere Ergebnisse zu erzielen.

Eine typische Formulierung der Mikroemulsion lautet:

0,7% n-Dodekan als C_8-C_{14} -Alkan (Ölige Phase)
2,1% SDS (Natriumlaurylsulfat) als anionisches Tensid (Emulgator)
2,9% 1-Hexanol als aliphatischer C_3-C_{10} -Alkohol (Coemulgator)
0,5% FSO-100 (DuPont) als Netzmittel
Rest Wasser

Jeder potentielle Anwender wird aber je nach Einsatzgebiet die Zusammensetzung der Mikroemulsion den äußeren Gegebenheiten anpassen. Hierfür können einige Hinweise von Nutzen sein:

a) Einfluß des Wasseranteils

An horizontalen Flächen kann bei extrem hohem Wassergehalt, entsprechend weniger organischen Bestandteilen, eine Abnahme der Wirksamkeit eintreten. Bei vertikalen Flächen dürften die Benetzungseigenschaften bzw. die Kontaktoberfläche der Mizellen der Mikroemulsion die Wirksamkeit verstärkt beeinflussen.

b) Einfluß des 1-Hexanol-Anteils

Untersuchungen zeigen, daß das 1-Hexanol die aktive Rolle bei der Extraktion der Kampfstoffe spielt.

c) Einfluß des n-Dodekan-Anteils

Die Variation des n-Dodekan-Anteils bewirkt keinen nennenswerten Einfluß auf die Wirksamkeit der Mikroemulsion.

d) Einfluß des SDS-Anteils

Ein besseres Benetzungsvermögen macht sich insbesondere bei vertikalen Flächen positiv bemerkbar. Deshalb wird auch die Wirkung beispielsweise des SDS durch Zugabe eines Netzmittels wie z. B. FSO-100, einem typischem Netzmittel aus der sogenannten Zonyl-Familie, verstärkt.

Die Frostempfindlichkeit der Mikroemulsion wegen ihres hohen Wassergehalts kann, wie zuvor erwähnt, durch Zugabe von Frostschutzmitteln und $CaCl_2$ bzw. NaCl zur Herabsetzung des Gefrierpunkts auf ca. $-10^\circ C$, im Extremfall $-20^\circ C$, kompensiert werden, so daß eine bessere Frostbeständigkeit erzielt wird, was auch den

Verwendung der Mikroemulsion in nordischen Ländern ermöglicht. Eine typische Formulierung, die bis etwa -10°C einsetzbar ist, lautet:

	n-Dodekan	0,65%
5	SDS (Emulgator)	1,94%
	1-Hexanol (Coemulgator)	2,68%
	FSO-100 (Netzmittel)	0,46%
	NaCl	3,5%
10	TX-100 (Netzmittel)	4,0%
	Wasser	Rest

Eine weitere Verbesserung der Frostbeständigkeit läßt sich durch zusätzliche "Frostschutzkomponenten" erzielen. Man sollte dabei aber nicht vergessen, daß jede Absenkung der Temperatur den Dekontaminationsvorgang verlangsamt; das trifft aber auch für chemische Dekontaminationsverfahren zu.

Die Variation der jeweiligen Einzelkomponenten ermöglicht es, die nach dem erfindungsgemäßen Dekontaminierungsverfahren eingesetzte Mikroemulsion in einem Temperaturbereich von -20°C bis $+50^{\circ}\text{C}$ zu verwenden.

Die Herstellung der Mikroemulsion unter Feldbedingungen ist äußerst einfach, da für 1000 l Mikroemulsion lediglich 50–60 l Mischung der nichtwäßrigen Komponenten mitgeführt werden müssen. An das Wasser werden keine besonderen Anforderungen gestellt, sogar Wasser aus Teichen und Tümpeln ist geeignet. Auch salzhaltiges Wasser wie z. B. Meerwasser eignet sich zur Verwendung. Der hohe Wassergehalt der Emulsion bedeutet eine geringe Lagerhaltung von Produkten, die zudem unbedenklich sind.

Wegen der Unbedenklichkeit der Produkte können Entgiftungen von Personen bzw. Materialien für Übungszwecke problemlos durchgeführt werden.

Da die Mikroemulsion als ungiftig einzustufen ist, ist es beispielsweise möglich, Träger von kontaminierten, impermeablen Schutzanzügen vor dem Ausziehen zu dekontaminieren. Dies ist mit herkömmlichen Verfahren nicht möglich. Doch die erfindungsgemäße Verwendung der besagten Mikroemulsion geht noch weit über die bisher angeführten Anwendungen hinaus: Aufgrund ihrer Nichttoxizität ist die Mikroemulsion nicht nur zum "Abspülen" kontaminierter Personen geeignet, sondern es wurde überraschenderweise gefunden, daß die erfindungsgemäß verwendete Mikroemulsion in der Lage ist, Kampfstoffe aus der Haut zu extrahieren, d. h., die Mikroemulsion ist dazu geeignet, an der Haut haftende oder oberflächlich in die Haut eingedrungene chemische Kampfstoffe zu entfernen.

Es ist aus Untersuchungen in Instituten, die sich mit chemischen Kampfstoffen befassen (beispielsweise das Prins Maurits Laboratorium TNO, Rijswijk, Niederlande) bekannt, daß sich die Haut des Menschen von der des Meerschweinchens in ihrem Verhalten gegenüber chemischen Kampfstoffen, insbesondere bezüglich ihrer Penetration nur wenig unterscheidet. Auf der Haut waren Diffusionszellen angebracht, aus denen der Kampfstoff zur Haut diffundierte. Später wurde festgestellt, daß sich Schweineohren aus Schlachthöfen ebenfalls hervorragend für Untersuchungen in vitro hervorragend eignen.

Für die Extraktion der Kampfstoffe aus der Haut wurde in den im folgenden beschriebenen Versuchen eine Mikroemulsion folgender Zusammensetzung verwendet:

	8,4 g Natriumlaurylsulfat
	11,6 g 1-Hexanol
45	2,8 g n-Dodekan
	377 g Wasser

Dabei ist zu beachten, daß diese Formulierung beispielhaft ist, nicht als Einschränkung betrachtet werden darf und zweifelsohne — wie die zur Dekontamination von Geräten und Materialien verwendete Mikroemulsion — in relativ breiten Grenzen variieren und den äußeren Faktoren (z. B. Temperatur) angepaßt werden kann.

Die Schweineohren wurden gereinigt; dann wurde die Haut abgezogen und in Streifen von 2×6 cm auf einer mit Alu-Folie abgedeckten Korkplatte aufgespannt. Diese Hautstreifen wurden jeweils mit $4 \times 1 \mu\text{l}$ Kampfstoff benetzt, was in etwa der NATO-Beladung ($1 \text{ mg}/\text{cm}^2$) entspricht. Die Kampfstoffe enthielten zu ihrer quantitativen Bestimmung Radioisotopen:

Lewisit:	^{14}C
Lost (Yperit):	^{35}S
VX:	^{35}S

Die Einwirkungszeit betrug 4 und 30 Minuten. Um die Wirksamkeit der Mikroemulsion für die Dekontamination mit heute angewandten Methoden vergleichen zu können, wurden parallel Versuche mit dem Dekontaminationspulver der niederländischen Streitkräfte (im folgen kurz NL-Pulver genannt) durchgeführt. Die Dekontamination mit Hilfe der Mikroemulsion (ME) wurde wie folgt durchgeführt: Nach der Expositionszeit von 4 bzw. 30 Minuten wurde die mit dem Kampfstoff benetzte Stelle während 30 Sekunden mit einem hydrophilen Lappchen Verbandstoff, das in 20 cm^3 Mikroemulsion getaucht war, abgerieben; anschließend wurde mit einem trocknen Lappchen die überschüssige Flüssigkeit entfernt. Die Dekontamination mit dem Dekontaminationspulver wurde wie folgt durchgeführt:

Nach der Expositionszeit von 4 bzw. 30 Minuten wurde die exponierte Stelle mit ca. 200 mg Pulver bedeckt und mit einem Lappchen Verbandstoff während 30 Sekunden in die Haut gerieben. Dann wurde mit einem neuen Lappchen das Pulver so gut wie möglich entfernt. Schließlich wurden zu Vergleichszwecken Hautstreifen mit Kampfstoffen benetzt, aber nicht dekontaminiert. Alle Hautproben wurden vollständig gelöst und noch vorhandener Kampfstoff radiochemisch (Packard Minaxi Tri-Carb 4000 Serie) bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt:

Tabelle 1

Kampfstoff und Expositionszeit	% vorhandener Kampfstoff		
	ohne Dekontamination	Dekontamination mit ME	Dekontamination mit NL-Pulver
Lewisit 4 min	100	4 ± 2	10 ± 2
	30 min	26 ± 8	37 ± 9
Lost 4 min	100	$0,5 \pm 0,2$	4 ± 3
	30 min	$0,6 \pm 0,2$	5 ± 5
VX 4 min	100	$1,6 \pm 0,2$	$6,1 \pm 1,2$
	30 min	$3,3 \pm 1,1$	9 ± 3

Aus der Tabelle geht deutlich hervor, daß die Mikroemulsion dem niederländischen Dekontaminationspulver deutlich überlegen ist. Aufgrund früherer Studien gilt es als erwiesen, daß die Befunde auch für die menschliche Haut von Gültigkeit sind.

Die erfindungsgemäß verwendete Mikroemulsion ist aber nicht nur zu Dekontaminierung der Haut, sondern auch zur Entgiftung von Materialien, Geräten und Waffensystemen gedacht. Während aber die klassischen, aggressiven Dekontaminationsmittel für empfindliche Geräte und Flugzeuge nicht verwendbar sind und z. B. Schäden an der Elektronik hervorrufen, kann hier mit der Mikroemulsion bedenkenlos eine Entgiftung durchgeführt werden.

Um die Kampfstoffe mit der Mikroemulsion extrahieren zu können, bedarf es einer gewissen Kontaktzeit, die von zu dekontaminierendem Material, der Eindringtiefe usw. abhängt. Vergleichende Untersuchungen mit chemischen Methoden haben gezeigt (siehe spätere Ausführungen), daß die notwendige Einwirkungszeit doch ziemlich ähnlich sein muß. Das ist nicht überraschend, weil der erste Schritt bei allen Methoden, nämlich die Extraktion, der geschwindigkeitsbestimmende Faktor ist. Die erforderliche Kontaktzeit läßt sich durch wiederholtes Besprühen, aber auch durch Erhöhung der Viskosität (Zugabe einer geringeren Menge Wasser) erreichen. Letzteres ist besonders bei der Entgiftung von glatten, vertikalen oder schrägen Flächen erforderlich bzw. zumindest nützlich.

Das zu dekontaminierende Material hat üblicherweise einen Anstrich auf Basis von Alkydharzen bzw. Polyurethanen. Kampfstoffe dringen in die Lackschicht ein. Um das erfindungsgemäße Dekontaminierungsverfahren, das die besagte Mikroemulsion verwendet, mit den heute angewandten chemischen Dekontaminierungsverfahren vergleichen zu können, wurden in Anwendungsvergleichstests deshalb Plättchen aus Stahlblech mit Alkyd- bzw. PU-Lack überzogen und nach Härtung mit Schwefelst und VX kontaminiert (10 g/m^2). Die kontaminierten Stellen wurden mit einem Teflonplättchen abgedeckt, um die Penetrationszeit (3 h) optimal zu nutzen. Dann wurden die Platten sowohl in horizontaler wie in vertikaler Position dekontaminiert (Einwirkungszeit 30 min). Nach erfolgter Dekontamination wurden die Platten während 24 h mit einer Mischung aus Hexan und Isopropylalkohol extrahiert und die Kampfstoffe im Extrakt gaschromatographisch bestimmt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt:

Tabelle 2

Vergleich klassischer Methoden mit der Mikroemulsion:

Testplättchen: Metall mit Alkyd-Lack

Kampfstoff: Schwefellost (a) und VX (b) jeweils 10 g/m²

Einwirkungszeit: 3 h

Methode	Wirksamkeit %	
	horizontal	vertikal
Chlorkalkbleiche	(a) 65	(a) 62
	(b) 96,8	(b) 90,1
C-8 Emulsion	(a) 88	(a) 84
	(b) 99,1	(b) 99,4
Mikroemulsion	(a) 93	(a) 70
	(b) 99,8	(b) 96,3

Diese guten Prüfergebnisse bestätigen die hohe Effizienz der verwendeten Mikroemulsion zur Dekontaminierung verschiedenster mit chemischen Kampfstoffen kontaminierten Materialien.

Die Kampfstoffe werden nach dem erfindungsgemäßen Dekontaminierungsverfahren zwar nicht unmittelbar zerstört, sondern verbleiben bis zu ihrem hydrolytischen Abbau im Boden. Alternativ besteht zudem die Möglichkeit, die abfließende Emulsion in Behältern aufzufangen und dort mit für diese Zwecke herkömmlichen Mitteln (z. B. mit Chlorkalk) zu vernichten.

Die geringen zu lagernden Mengen ungefährlicher Produkte sind ein entscheidender Vorteil, wenn man die Logistik ins Auge faßt. Da es sich um umweltverträgliche Produkte handelt, braucht man bei Unfällen (Auslaufen) und Übungen keine Folgeschäden zu befürchten. Weil die Mikroemulsion nicht aggressiv ist, können empfindliche Systeme und sogar Personen entgiftet werden. Hier sind die chemischen Entgiftungsmethoden zweifelsohne im Nachteil.

Das System ist gegenüber herkömmlichen Methoden umweltfreundlich, nicht aggressiv oder ätzend-korrosiv, leicht zu handhaben und vereinfacht die Lagerung beträchtlich. Da nur relativ geringe Mengen einer einzigen vorgefertigten Lösung benötigt werden und das zugesetzte Wasser keinen besonderen Reinheitsgrad besitzen muß, sind logistische Probleme sehr reduziert. Bemerkenswert ist, daß die Mikroemulsion wegen ihrer Ungiftigkeit zur Dekontaminierung von an der Haut haftenden, aber auch oberflächlich in die Haut eingedrungenen chemischer Kampfstoffe verwendet werden kann. Das Erstaunliche und für den Fachmann nicht Vorhersehbare ist überdies der Befund, daß nach dem erfindungsgemäßen Dekontaminierungsverfahren durch die Mikroemulsion die Kampfstoffe sogar aus Lackschichten extrahiert und nicht nur oberflächlich anhaftende Gifte gewegewaschen werden können. Diese Eigenschaften machen die Verwendung der Mikroemulsion so wertvoll und bemerkenswert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Dekontaminierung von an der Haut haftenden oder oberflächlich in die Haut eingedrungenen chemischen Kampfstoffen oder damit kontaminierten Materialien, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kampfstoffe mit einer Mikroemulsion, enthaltend

0,1 bis 3,5% eines C₈—C₁₄-Alkans,
0,5 bis 4,0% eines anionischen Tensids,
0,5 bis 7,0% eines aliphatischen C₃—C₁₀-Alkohols,
Rest Wasser,

extrahiert oder abgewaschen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das C₈—C₁₄-Alkan n-Dodekan ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das anionische Tensid das Alkalisalz einer Fettsäure oder eines sulfonierten Kohlenwasserstoffs, vorzugsweise Natriumlaurylsulfat (SDS), ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der aliphatische C₃—C₁₀-Alkohol 1-Hexanol ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroemulsion 0,1 bis 6,0% eines oder mehrerer Netzmittel zugesetzt sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroemulsion ein

Frostschutzmittel zugesetzt ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroemulsion NaCl und/oder CaCl₂ zugesetzt sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikroemulsion in einem Temperaturbereich von -20°C bis +55°C verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kampfstoffe, nachdem sie durch die Mikroemulsion abgewaschen sind, zerstört oder vernichtet werden.

10. Verwendung einer hypochloritfreien Mikroemulsion, enthaltend

0,1 bis 3,5% eines C₈-C₁₄-Alkans

0,5 bis 4,0% eines anionischen Tensids

0,5 bis 7,0% eines aliphatischen C₃-C₁₀-Alkohols

Rest Wasser,

zur Dekontaminierung von an der Haut haftenden oder oberflächlich in die Haut eingedrungenen chemischen Kampfstoffen oder damit kontaminierten Materialien.

11. Verwendung der Mikroemulsion nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das C₈-C₁₄-Alkan n-Dodekan ist.

12. Verwendung der Mikroemulsion nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das anionische Tensid das Alkalisalz einer Fettsäure oder eines sulfonierten Kohlenwasserstoffs, vorzugsweise Natriumlaurylsulfat (SDS), ist.

13. Verwendung der Mikroemulsion nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der aliphatische C₃-C₁₀-Alkohol 1-Hexanol ist.

14. Verwendung der Mikroemulsion nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroemulsion 0,1 bis 6,0% eines oder mehrerer Netzmittel zugesetzt sind.

15. Verwendung der Mikroemulsion nach den Ansprüchen 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroemulsion ein Frostschutzmittel zugesetzt ist.

16. Verwendung der Mikroemulsion nach den Ansprüchen 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroemulsion NaCl und/oder CaCl₂ zugesetzt sind.

17. Verwendung der Mikroemulsion nach den Ansprüchen 10 bis 16 in einem Temperaturbereich von -20°C bis +55°C.

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)